

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年11月30日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第339342号

出 願 人

Applicant (s):

キヤノン株式会社

4/13/13
10:40 AM

2000年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2000-3106932

【書類名】 特許願

【整理番号】 4095017

【提出日】 平成11年11月30日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 B41J 3/04

【発明の名称】 レーザ加工装置とレーザ加工方法、および該レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッド

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内

 【氏名】 小出 純

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100105289

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長尾 達也

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038379

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9703875

特平 1 1 - 3 3 9 3 4 2

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工装置とレーザ加工方法、および該レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 ピコ秒以下のパルス放射時間にて空間的・時間的なエネルギー密度の大きい光パルスを連続放射するレーザ発振器からのレーザ光を被加工物に照射し、光アブレーション加工を行うレーザ加工装置であって、前記レーザ発振部分の温度コントロールに影響を与えることのない個所に配された光通過遮断が制御可能な光遮蔽装置を有し、被加工物に所定パルス数だけ照射し光アブレーション加工を行うことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 2】 前記光遮蔽装置が、レーザ発振器外部、またはレーザ発振器内におけるレーザ発振室とは別に形成された部屋に配されていることを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】 前記光遮蔽装置が、機械的電磁チョッパーによるものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】 前記光遮蔽装置が、電氣的液晶シャッターによるものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】 前記光遮蔽装置が、音響光学変調器（AOM）での回折効果を用いて光遮断を行うものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 6】 前記光遮蔽装置が、電気光学変調器（EOM）での回折効果を用いて光遮断を行うものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 7】 前記レーザ発振器が、光伝播の空間圧縮装置を有しているレーザ発振器であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のレーザ加工装置。

【請求項 8】 前記光伝播の空間圧縮装置が、チャープングパルス生成手段と、光波長分散特性を利用した縦モード同期手段によって構成されていることを特

徴とする請求項 7 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 9】 1 ピコ秒以下のパルス放射時間にて空間的時間的なエネルギー密度の大きい光パルスを連続放射するレーザ発振器からのレーザ光を被加工物に照射し、光アブレーション加工を行うレーザ加工方法であって、前記レーザ発振器を含む領域を温度コントロールするとともに、該温度コントロール領域外のレーザ光の光軸上にレーザ光の強度を減衰することができる光強度減衰手段を設け、該光強度減衰手段により被加工物に所定エネルギー密度のパルスでレーザ光を照射し、光アブレーション加工を行うことを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項 10】 記録媒体に付着させるインク液滴を吐出するためのインク吐出口、前記吐出口に供給するためのインクを貯える液室、前記吐出口と前記液室とを連通するインク流路、前記インク流路の一部に設けられインクを吐出するためのエネルギーを発生するエネルギー発生素子、前記液室に外部からインクを供給するためのインク供給口、

等を含むインクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法において、

前記レーザ加工装置として請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載のレーザ加工装置を用い、前記インクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、昇華加工することを特徴とするインクジェット記録ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 記録媒体に付着させるインク液滴を吐出するためのインク吐出口、前記吐出口に供給するためのインクを貯える液室、前記吐出口と前記液室とを連通するインク流路、前記インク流路の一部に設けられインクを吐出するためのエネルギーを発生するエネルギー発生素子、前記液室に外部からインクを供給するためのインク供給口、

等を含むインクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、レーザ加工装置によって加工されてなるインクジェット記録ヘッドにおいて、

前記インクジェット記録ヘッドが、請求項 10 に記載のインクジェット記録ヘ

ッドの製造方法により製造されたものであることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レーザ光を用いて被加工物を加工するレーザ加工装置またはレーザ加工方法、あるいは該レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッドに関し、特に、被加工物を昇華加工することができ、さらにはマイクロマシン、またはＩＣおよびハイブリッドＩＣデバイス等の複雑材料および複雑形状の微細加工することができるレーザ加工装置またはレーザ加工方法の実現を目指すものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、被加工物に構造体を直接微細加工形成する場合、レーザ加工では、エキシマレーザまたはＹＡＧレーザの高調波を用いるが、レーザ光のエネルギー密度は発振パルスにおいて最大でも１００メガワットのレベルでしかないため、熱伝導率の高い金属、セラミック、鉱物（シリコン等）、光吸収率の低い石英およびガラスにおいては加工が困難であって、主に有機樹脂材料の昇華アブレーション加工しか出来なかった。この不都合上、前記金属、セラミック、鉱物、さらにガラスを含む、またはこれら材料から構成される複合材に微細加工を施す場合には、リソグラフィープロセスを用いて、各個々の異材質材料に対してそれぞれ、レジストコート、レジストパターンニング露光、レジスト現像、レジストパターンを利用したエッチング、レジストアッシング、の一連のプロセスを踏んでようやく構造体を加工形成している。

【0003】

また、インクジェット記録ヘッドの製造においても、インク吐出機構部分には、一般に、インクを吐出するためのインク吐出口と、前記吐出口に供給するためのインクを貯える液室と、前記吐出口と前記液室とを連通するインク流路と、前記インク流路の一部に設けられたインクを吐出するためのエネルギーを発生する

エネルギー発生素子と、前記液室に外部からインクを供給するためのインク供給口が設けられているが、インクが吐出するインク吐出口オリフィスを形成するプレート（以後オリフィスプレートと呼ぶ）に樹脂だけでは得られない機能を持たせる為に、金属薄膜をラミネートした複合材質材にインク吐出口を形成するといった試みも行われている。この場合プレス加工または、リソグラフィーパターンエッチングが用いられるが、第一のプレス加工では形状精度的な点で問題があるため、微細加工としては不向きであり、第二のエッチングにおいては加工工程が複雑となり、コスト的な点で問題がある上、工程タクトタイムに対して生産設備投資が膨大になるといった問題がある。

以上のように、被加工物に微細な構造を形成する為には、一般にはリソグラフィープロセスのような複雑な加工プロセスが必要となるのが現状である。

【0004】

このようなことから、本出願人は、特願平 11-184623 号、特願平 11-184717 号、特願平 11-3844028 号等において、「次世代光テクノロジー集成」（平成 4 年（株）オプトロニクス社発行、第 1 部要素技術；超短光パルスの発生と圧縮、24 頁～31 頁）等に記載されているいわゆるフェムト秒レーザーを用い、1 ピコ秒以下のパルス放射時間にて発振するレーザ発振器から放射される空間的・時間的なエネルギー密度の大きい複数パルスのレーザ光を、所定エネルギー密度で集光照射し、レーザ光が熱エネルギーとして被加工物内を拡散する前に昇華アブレーション加工する手段を提案している。

これによれば、時間的エネルギー密度が飛躍的に増加するため（汎用的に市販されているフェムト秒レーザの中には、パルス放射時間が 150 フェムト秒以下、パルス当りの光エネルギーが 500 マイクロジュール以上のものが存在する。即ち放射レーザ光のエネルギー密度は発振パルスにおいて約 3 ギガワットのレベルとなる）、また、レーザの照射時間が非常に短いため、レーザ光が熱エネルギーとして被加工物内を拡散する前に昇華アブレーション加工プロセスを終了させることが可能となる。

【0005】

この現象を科学的に解析すると、光子であるフォトンが電子に吸収され熱量子

であるフォノンに変換される時間が1ピコ秒オーダーとされているため、光エネルギーは熱には変換されずに格子分解エネルギーとして作用するとも言われている。例えば、熱伝導率の高い金属、セラミック、鉱物（シリコン等）であっても、高いエネルギーの集中が可能となるため、加工が容易に可能であり、また、光吸収率の低いガラスまたは石英および光学結晶においても、光エネルギー密度がギガワットの域に達し、エキシマレーザと比べても10～100倍以上のエネルギー密度となるため、これらのガラスまたは石英および光学結晶であっても0.1～1%程度の吸収があれば、加工が可能である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記したこの1ピコ秒以下のパルス放射時間でレーザ光を放射するレーザ発振システムは、一般に縦モード同期法によって発振させるものであり、その特徴の一つとして、光学部材をミクロンメートルオーダーで調整することで縦モード同期を行ってレーザ発振しているものであるため、一定パルス数のバースト発振を行うとレーザ発振器内の温度が不安定となり、光学部材を保持している台が熱膨張収縮を起こし、光学的調整がくるってしまい、レーザ発振パルス時間、出力エネルギーが変動してしまいうことから、このレーザ発振システムは、連続発振状態で使用することが好ましいものである。一方、このように連続発振状態で使用する場合には、放射しつづけるレーザ光に対して、光遮断装置を光路中に設けなければ、実際の加工には使用できないという問題が生じることとなるが、そのために、単純にレーザ発振装置内に光遮断装置を設けると、つぎのような別の問題を生じることとなる。

すなわち、上記したようにこの縦モード同期法によって極短パルス時間のレーザ放射を行っているものであることから、再述するとレーザシステムの光学部材の配置にはミクロンレベルの配置精度が必要であり、これを安定にレーザ発振させるために、レーザ発振部分全体を0.1度のオーダーで精度良く温度コントロールされている。したがって、このようなレーザ発振器本体内に単純に光遮断装置を設けると、これによりレーザエネルギーを放出または吸収されることとなり、レーザ発振器内が光エネルギー吸収によって加熱されて温度上昇してしまうこと

によって、レーザ発振自体がきわめて不安定になってしまうという問題を生じる。

【0007】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、レーザ発振部分全体の温度コントロールに影響を与えることなく、光通過の遮断を制御するようにして、被加工物に所定パルス数だけ照射し、所定深さ、所定形状の光アブレーション加工を行うことができるレーザ加工装置またはレーザ加工方法、あるいは該レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッドを提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を達成するために、つぎの(1)～(11)のように構成したレーザ加工装置またはレーザ加工方法、あるいは該レーザ加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッドを提供するものである。

(1) 1ピコ秒以下のパルス放射時間にて空間的・時間的なエネルギー密度の大きい光パルスを連続放射するレーザ発振器から放射されるレーザ光を被加工物に照射し、光アブレーション加工を行うレーザ加工装置であって、前記レーザ発振部分の温度コントロールに影響を与えることのない個所に配された光通過遮断が制御可能な光遮蔽装置を有し、被加工物に所定パルス数だけ照射し光アブレーション加工を行うことを特徴とするレーザ加工装置。

(2) 前記光遮蔽装置が、レーザ発振器外部、またはレーザ発振器内におけるレーザ発振室とは別に形成された部屋に配されていることを特徴とする上記(1)に記載のレーザ加工装置。

(3) 前記光遮蔽装置が、機械的電磁チョッパーによるものであることを特徴とする上記(1)または上記(2)に記載のレーザ加工装置。

(4) 前記光遮蔽装置が、電氣的液晶シャッターによるものであることを特徴とする上記(1)または上記(2)に記載のレーザ加工装置。

(5) 前記光遮蔽装置が、音響光学変調器(AOM)での回折効果を用いて光遮

断を行うものであることを特徴とする上記（１）または上記（２）に記載のレーザー加工装置。

（６）前記光遮蔽装置が、電気光学変調器（ＥＯＭ）での回折効果を用いて光遮断を行うものであることを特徴とする上記（１）または上記（２）に記載のレーザー加工装置。

（７）前記レーザー発振器が、光伝播の空間圧縮装置を有しているレーザー発振器であることを特徴とする上記（１）～（６）のいずれかに記載のレーザー加工装置。

（８）前記光伝播の空間圧縮装置が、チャープングパルス生成手段と、光波長分散特性を利用した縦モード同期手段によって構成されていることを特徴とする上記（７）に記載のレーザー加工装置。

（９）１ピコ秒以下のパルス放射時間にて空間的・時間的なエネルギー密度の大きい光パルスを連続放射するレーザー発振器からのレーザー光を被加工物に照射し、光アブレーション加工を行うレーザー加工方法であって、前記レーザー発振器を含む領域を温度コントロールするとともに、該温度コントロール領域外のレーザー光の光軸上にレーザー光の強度を減衰することができる光強度減衰手段を設け、該光強度減衰手段により被加工物に所定エネルギー密度のパルスでレーザー光を照射し、光アブレーション加工を行うことを特徴とするレーザー加工方法。

（１０）記録媒体に付着させるインク液滴を吐出するためのインク吐出口、前記吐出口に供給するためのインクを貯える液室、前記吐出口と前記液室とを連通するインク流路、前記インク流路の一部に設けられインクを吐出するためのエネルギーを発生するエネルギー発生素子、前記液室に外部からインクを供給するためのインク供給口、

等を含むインクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、レーザー加工装置によって加工するインクジェット記録ヘッドの製造方法において、

前記レーザー加工装置として上記（１）～（９）のいずれかに記載のレーザー加工装置を用い、前記インクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、昇華加工することを特徴とするインクジェット記録ヘッドの製造方法。

(11) 記録媒体に付着させるインク液滴を吐出するためのインク吐出口、前記吐出口に供給するためのインクを貯える液室、前記吐出口と前記液室とを連通するインク流路、前記インク流路の一部に設けられインクを吐出するためのエネルギーを発生するエネルギー発生素子、前記液室に外部からインクを供給するためのインク供給口、

等を含むインクジェット記録ヘッドのインク通路の少なくとも一部を構成する部材を、レーザ加工装置によって加工されてなるインクジェット記録ヘッドにおいて、

前記インクジェット記録ヘッドが、上記(10)に記載のインクジェット記録ヘッドの製造方法により製造されたものであることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

【0009】

【発明の実施の形態】

上記構成によれば、レーザ発振部分に光エネルギーによる熱を発生させることがないため、レーザ発振部分全体の温度コントロールに影響を与えることがなく、安定したレーザ発振のもとで、光通過の遮断を制御するようにして、被加工物に所定パルス数だけ照射し、所定深さの精度の良いレーザ加工を行うことが可能となる。

【0010】

【実施例】

以下に、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施例におけるレーザ加工装置の光学系の概略光路図である。

101は短パルスレーザ発振器、104はフィールドレンズ、コンデンサレンズ等を含むマスク照明光学系(ケーラー照明系、クリティカル照明系等の照明方法を含む)、105はフォトマスク、107は投影結像レンズ、108は被加工物である。

【0011】

上記光学系において、短パルスレーザ発振器101から図中矢印方向に放射されたレーザ光束102をフィールドレンズ、コンデンサレンズ等を含むマスク

照明光学系 1 0 4 (ケーラー照明系、クリティカル照明系等の照明方法を含む) によって、フォトマスク 1 0 5 を照明し、フォトマスク 1 0 5 上に形成されたマスクパターンを通過したレーザ光束 1 0 6 は投影結像レンズ 1 0 7 によって被加工物 1 0 8 にフォーカス投影され、レーザ発振によって被加工物が加工される。

【0 0 1 2】

このような構成のレーザ加工装置に用いられる 1 ピコ秒以下のパルス発振時間幅でレーザを放出するレーザ発振器は、縦モード同期法を用いたレーザ発振器である。したがって、このようなレーザ発振器からのレーザパルスは、一般的に連続的に放射されることとなる。このため、所定パルス数だけの照射に制御する手段として、本実施例においては、レーザ発振器 1 0 1 から放射されたレーザ光束 1 0 2 に対して、レーザ発振器外部、またはレーザ発振器内におけるレーザ発振室とは別の部屋等のレーザ発振部分全体の温度コントロールに影響を与えることのない光路中に、光通過遮断が制御可能な光遮蔽装置 1 0 3 を配し、光透過状態を ON、光遮断状態を OFF とすると、ON/OFF の制御によって、被加工物 1 0 8 を所定量だけ加工するように構成している。その際、上記レーザ発振部分全体の温度コントロールに影響を与えることのない個所としては、前記光学系の光路中におけるレーザ発振器 1 0 1 と光学系の間が好ましく、さらには、レーザ発振器 1 0 1 のレーザ出射口近傍がより好ましい。

また、これらによるシャッタータイミングは、パルスカウントあるいは時間カウントによって制御するように構成することが可能である。

本実施例においては、上記光遮蔽装置として、チョッパー型の機械的電磁シャッターを用いている。

しかし、このような機械的な動作時間では、追いつけない時間を ON/OFF するためには、電気制御可能な液晶シャッター、音響光学素子 (AOM)、あるいは電気光学素子による光偏向で光直進状態を ON、光回折効果による光偏向状態を OFF として、光の進行方向を変える素子等を用いて、ON/OFF の光遮蔽を制御するようにしても良い。ただし、1 ピコ秒以下のレーザパルスは、一般的には縦モードがマルチで発振するため、レーザ波長バンドの広がりを持っている。このためバルク型の光学素子を通過すると、光学素子の波長分散特性によって

、レーザパルス幅が若干長くなってしまうといった欠点を抱えることとなる。

また、特に加工を行う対象が多い場合、すなわち量産加工に用いる場合には、同一で安定均一な加工をおこなうために、レーザの発振特性であるパルス時間、出力エネルギーの安定性は非常に重要であり、本実施例のレーザ発振部分の温度コントロールに影響を与えない光路中に光遮蔽装置を配して、レーザ照射をON/OFFすることが必須となる。

【0013】

次に、図2に上述のレーザ加工装置を用いて加工されるインクジェット記録ヘッドを示す。

図2において、33は基板であり、この基板にはインクを吐出するための電気熱変換素子や電気機械変換素子等のインク吐出圧発生素子34が設けられている。このインク吐出圧発生素子34は吐出口21に連通するインク流路31内に配されており、個々のインク流路31は共通液室32に連通している。この共通液室32にはインク供給管（不図示）が接続され、インクタンクよりインク供給管を介してインクが供給される。

また、35はインク流路31および共通液室32を形成するための凹部を有する天板であり、基板33と接合されることでインク流路31、共通液室32を形成している。

さらに、基板33と天板35との接合体のインク流路端部側には吐出口21を備えるオリフィスプレート2が設けられている。

【0014】

このようなインクジェット記録ヘッドは、以下のように作成することができる。

まず、インク吐出圧発生用の発熱抵抗素子であるヒータ34と不図示のシフトレジスタ等の集積回路、電気配線と、をシリコン基板にパターンニングして基板33を作成するとともに、インク流路31、およびインク液室32となる凹部と不図示のインク供給口を上記してきたレーザ加工装置を用いて所定光パルス数をパターン投影照射し加工形成して天板35を作成する。

その後、インク吐出側端面およびインク流路31とヒータ34の配列が一致する

ように基板 3 3 と天板 3 5 とをアライメント接合した後、ノズルが未形成状態のオリフィスプレート 2 を、接合された天板とベースプレートのインク吐出側端面に接着し、この状態でさらに上記述べてきたレーザ加工装置を用いて所定光パルス数をパターン投影照射しノズル 2 1 を形成し、以後、不図示のヒータ駆動用の端子をパターンニングした電気基板を結合するとともに、アルミ製のベースプレートを基板 3 3 に接合し、次いで、各部材を保持するホルダおよびインク供給のためのインクタンクを結合することでインクジェット記録ヘッドを組み立てる。

【 0 0 1 5 】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明によれば、レーザ発振器内に光エネルギーによる熱を発生させることがないため、レーザ発振部分全体の温度コントロールに影響を与えることがなく、安定したレーザ発振のもとで、光通過の遮断を制御するようにして、被加工物に所定パルス数だけ照射し、所定深さ、所定形状の精度の良いレーザ加工を行うことが可能となるレーザ加工装置、あるいは該レーザ加工装置を用いたインクジェット記録ヘッドの製造方法と該製造方法によるインクジェット記録ヘッドを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例に係るレーザ加工装置の光学的概略図。

【図 2】

本発明の実施例に係るインクジェット記録ヘッドの製造方法によって製造されたインクジェット記録ヘッドを示す概略図。

【符号の説明】

- 2 : オリフィスプレート
- 3 : インクジェット記録ヘッド本体
- 2 1 : インク吐出口ノズル
- 3 1 : インク流路
- 3 2 : インク液室
- 3 3 : 基板

3 4 : インク吐出圧発生素子

3 5 : 天板

1 0 1 : リング型極短パルスレーザー発振器

1 0 2 : レーザ光束

1 0 3 : 光遮蔽装置

1 0 4 : フォトマスク照明光学系

1 0 5 : フォトマスク

1 0 6 : レーザ光束

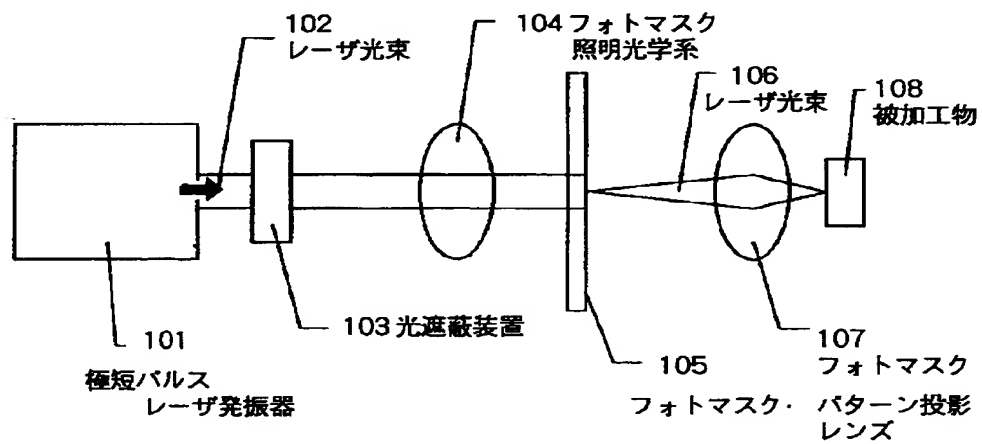
1 0 7 : フォトマスクパターン投影レンズ

1 0 8 : 被加工物

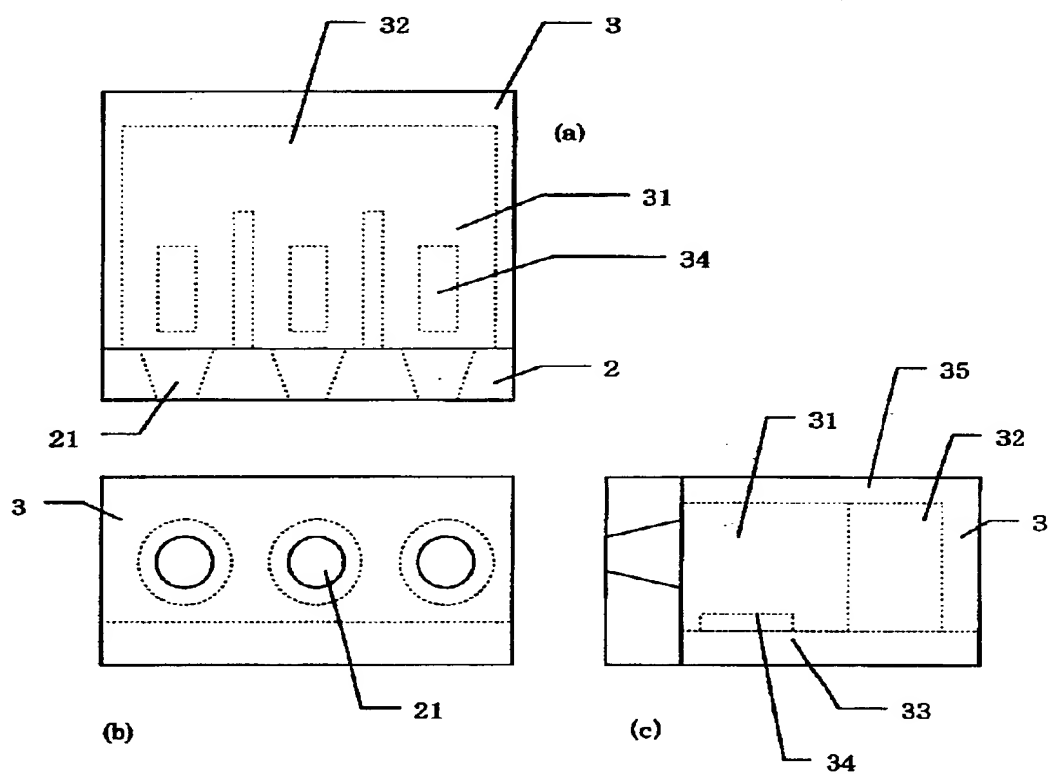
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ発振部分の温度コントロールに影響を与えることなく、光通過の遮断を制御するようにして、被加工物に所定パルス数だけ照射し、所定深さ、所定形状の光アブレーション加工を行うことができるレーザ加工装置および方法等を提供する。

【解決手段】 1 ピコ秒以下のパルス放射時間にて空間的・時間的なエネルギー密度の大きい光パルスを連続放射するレーザ発振器から放射されるレーザ光を被加工物に照射し、光アブレーション加工を行うレーザ加工装置であって、前記レーザ発振部分の温度コントロールに影響を与えることのない個所に配された光通過遮断が制御可能な光遮蔽装置を有し、被加工物に所定パルス数だけ照射し光アブレーション加工を行うように構成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名 キヤノン株式会社